

**PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN
METODE HIDROLISIS ASAM**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Program Studi Diploma IV Teknik Energi
Jurusan Teknik Kimia**

OLEH :

**PUTRI RAMADANI
0621 4041 0350**

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAHTANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN METODE HIDROLISIS ASAM

OLEH :

PUTRI RAMADANI

0621 4041 0350

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui,
Pembimbing I



Ir. Rima Dandar, S.ST., M.T.
NIDN 2022029201

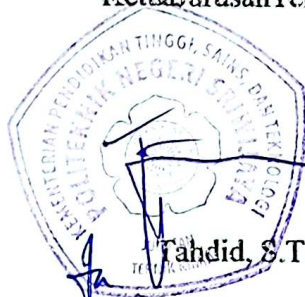
Menyetujui,
Pembimbing II



Zurohaina, S.T., M.T.
NIDN 0018076707

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T.

NIP 197201131997021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : kimia@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 24 Juli 2025

Tim Penguji :

1. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T.
NIDN. 0012019205
2. Ir. Irawan Rusnadi, M.T.
NIDN. 0002026710
3. Nurul Kholidah, S.ST.,M.T.
NIDN. 2024119201

Tanda Tangan

()
()
()

Palembang, Agustus 2025
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Trisnliani, S.T., M.T.
NIP. 197804032012122002

MOTTO

“There are gonna be people who hate no matter what you do. So might as well spend your time and energy on the good”

“There is no one who has never faced difficulties. Being grateful or thankful is one of the keys to happiness.”

“I will no longer move at full speed. Instead, I will walk slowly, savoring each step of the journey at my own pace, following my own rhythm.”

”No matter what your situation is, don’t give up even if you feel like giving up.”

“I don’t blame anyone or any circumstances; I just think it’s something within myself. But now I’ve come to accept how imperfect life is, and I try to find things that can help me get as close as possible to the perfection I once imagined.”

“To all of you who are fighting to make your dreams come true, I want to say that you must believe in yourself and never let anyone bring you down.”

- Mark Lee

ABSTRAK

Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Metode Hidrolisis Asam

(Putri Ramadani, 2025 : 56 Halaman, 9 Tabel, 31 Gambar)

Penelitian ini mengoptimalkan produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) melalui hidrolisis asam sulfat (H_2SO_4) dan fermentasi. Tujuannya menentukan pengaruh konsentrasi asam (0,5%, 1,5%, 2,5%) dan waktu hidrolisis (50, 60, 70 menit) terhadap kadar glukosa dan etanol. Hasilnya diharapkan meningkatkan efisiensi konversi limbah TKKS menjadi energi terbarukan, mendukung keberlanjutan lingkungan dan ketahanan energi. *Pretreatment* alkali (NaOH 0,6M, *microwave* 500W) Hidrolisis asam (H_2SO_4 0,5-2,5%, autoklaf 50-70 menit) Fermentasi (*S. cerevisiae*, 5 hari) Distilasi dan analisis data. Variabel bebas menggunakan konsentrasi asam dan waktu hidrolisis Variabel tetap menggunakan kadar glukosa dan etanol. Data dianalisis secara kuantitatif menggunakan refraktometer brix dan refraktometer alkohol Kadar glukosa tertinggi (6,8%) diperoleh pada hidrolisis H_2SO_4 2,5% selama 70 menit, Kadar etanol optimal mencapai 12% dengan kondisi yang sama, Kondisi terbaik: H_2SO_4 2,5% + 60 menit (glukosa 6,2%, etanol 10%), Konsentrasi asam lebih berpengaruh daripada waktu hidrolisis, Waktu lebih dari 60 menit berisiko menghasilkan senyawa inhibitor. Temuan utama terdapat bahwa Hidrolisis asam efektif untuk konversi TKKS menjadi bioetanol, dengan konsentrasi asam sebagai faktor paling berpengaruh. Kesimpulannya Kadar gula tertinggi (6,8%) dan etanol (12%) dicapai dengan H_2SO_4 2,5% selama 70 menit Kombinasi optimalnya H_2SO_4 2,5% + 60 menit (glukosa 6,2%, etanol 10%)

Kata Kunci: Bioetanol, TKKS, hidrolisis asam, H_2SO_4 , fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRAK

Utilization of Empty Fruit Bunches of Oil Palm as Raw Material for Bioethanol Production Using Acid Hydrolysis Method

(Putri Ramadani, 2025 : 56 Pages, 9 Table, 31 Images)

*This study aims to optimize bioethanol production from oil palm empty fruit bunches (EFB) through sulfuric acid (H_2SO_4) hydrolysis and fermentation. The objective is to determine the effects of acid concentration (0.5%, 1.5%, 2.5%) and hydrolysis time (50, 60, 70 minutes) on glucose and ethanol yields. The results are expected to enhance the efficiency of EFB waste conversion into renewable energy, supporting environmental sustainability and energy security. The process involved alkali pretreatment (0.6 M NaOH, 500W microwave), acid hydrolysis (H_2SO_4 0.5–2.5%, autoclaved for 50–70 minutes), fermentation (using *Saccharomyces cerevisiae* for 5 days), followed by distillation and data analysis. The independent variables were acid concentration and hydrolysis time, while glucose and ethanol concentrations served as fixed variables. Data were analyzed quantitatively using a Brix refractometer and an alcohol refractometer. The highest glucose concentration (6.8%) was achieved at 2.5% H_2SO_4 for 70 minutes. The optimal ethanol concentration (12%) was also obtained under the same conditions. However, the most effective combination was 2.5% H_2SO_4 and 60 minutes, producing 6.2% glucose and 10% ethanol. Acid concentration was found to have a greater impact than hydrolysis time, and durations beyond 60 minutes risked generating inhibitory compounds. The main finding indicates that acid hydrolysis is effective for converting EFB into bioethanol, with acid concentration being the most influential factor. In conclusion, the highest glucose (6.8%) and ethanol (12%) levels were achieved at 2.5% H_2SO_4 for 70 minutes, while the optimal condition was 2.5% H_2SO_4 for 60 minutes.*

Keywords: *Bioethanol, EFB, acid hydrolysis, H_2SO_4 , fermentation, *Saccharomyces cerevisiae**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun laporan skripsi. Adapun materi penulis yang tertarik untuk diangkat berjudul “Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Hidrolisis Asam”.

Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, terutama kepada kedua pembimbing saya yaitu ibu Ir. Rima Daniar, S.ST., M.T. dan ibu Zurohaina, S.T., M.T. yang telah memberi banyak kritik dan saran selama penyusunan laporan ini.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Rima Daniar, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I.
7. Zurohaina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi II.
8. Segenap Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

9. Seluruh Teknisi di Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada diri penulis sendiri, yang telah bertahan selama delapan semester melewati berbagai lika-liku kehidupan. Terima kasih karena tidak menyerah meski dihantam hinaan, cacian, dan keraguan. Terima kasih juga karena tetap bisa tertawa di tengah tekanan, menjadikan canda sebagai pelipur, dan terus melangkah meski langkah terasa berat. Perjalanan ini bukan hanya soal akademik, tapi juga tentang tumbuh, belajar, dan menjadi lebih kuat.
11. Terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua dan kakak-kakak saya tercinta, yang selalu hadir dengan dukungan dan doa tanpa henti. Tanpa kehadiran dan bantuan kalian, penulis tak akan pernah sampai sejauh ini dan mampu menyelesaikan laporan skripsi ini.
12. Kelompok penelitian yang senantiasa membantu, berdiskusi, dan bekerja selama penelitian ini berjalan.
13. Teruntuk Mark Lee, sosok yang tanpa sadar menjadi pelipur lara di tengah lelahnya hari. Lewat senyumnya, semangatnya, dan suaranya, penulis menemukan kekuatan baru untuk terus melangkah. Juga untuk Jenso, Renjun, Haechan, Jaemin, Chenle, dan Jisung terima kasih telah menciptakan ruang aman yang penuh kehangatan dan juga harapan.
14. Rekan-rekan seperjuangan dari angkatan 2021.
15. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk bekerja lebih baik lagi, pada kesempatan yang akan datang semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
Halaman Judul	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Relevansi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bioetanol	5
2.2 Parameter Mutu Bioetanol	7
2.3 Tandan Kosong Kelapa Sawit	8
2.4 Komponen Lignoselulosa.....	9
2.4.1 Lignin	9
2.4.2 Selulosa	11
2.4.3 Hemiselulosa	12
2.5 Proses Pembuatan Bioetanol	13
2.5.1 <i>Pretreatment (Microwave Assisted-Alkaline)</i>	13
2.5.2 Hidrolisis	15
2.5.3 Fermentasi	17
2.5.4 Distilasi	18
2.6 Penelitian Terdahulu	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Bahan dan Alat	22
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.3.1 Variabel Tetap	22
3.3.2 Variabel Bebas	23
3.4 Diagram Alir Percobaan	23
3.5 Prosedur Percobaan	24
3.5.1 Tahap <i>Pretreatment</i>	24
3.5.2 Tahap Hidrolisis	24
3.5.3 Tahap Fermentasi	24
3.5.4 Tahap Distilasi	25
3.5.5 Prosedur Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Data Hasil Penelitian	28
4.1.1 Data Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit	28
4.1.2 Data Kadar Gula Reduksi Hasil Hidrolisis	29
4.1.3 Data Kadar Etanol yang Dihasilkan	30
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa	31
4.2.3 Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Etanol	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN I DATA PENGAMATAN	41
LAMPIRAN II PERHITUNGAN	43
LAMPIRAN III DOKUMENTASI	46

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
2. 1 Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati.....	7
2. 2 Jurnal Penelitian Terdahulu.....	20
4. 1 Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	29
4. 2 Data Kadar Gula Reduksi (%)	30
4. 3 Data Analisa Kadar Etanol yang Dihasilkan.....	31
I. 1 Data Analisis Hasil Kandungan Lignoselulosa pada Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit	41
I. 2 Data Hasil Analisis Kandungan Lignoselulosa pada Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Daya 500 Watt dan Konsentrasi Larutan NaOH 0,6 M	41
I. 3 Data Hasil Analisis Kandungan Glukosa yang Dihasilkan dari Proses Hidrolisis Asam	41
I. 4 Data Hasil Analisis Volume Bioetanol yang Dihasilkan.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
2.1 Stuktur Molekul Bioetanol	6
2.2 Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	8
2.3 Struktur Lignin	10
2.4 Struktur Selulosa	12
2.5 Struktur Hemiselulosa	13
2.6 Kompersi Biomassa Lignoselulosa	14
2.7 Reaksi Proses Hidrolisis Asam	16
2.8 Reaksi Fermentasi <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	17
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
4.1 Grafik hubungan antara waktu dan konsentrasi hidrolisis terhadap kadar glukosa	32
4.2 Grafik Hubungan Antara Waktu dan Konsentrasi Asam Terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan	34
III.1 Pengeringan dan Pemotongan Bahan Baku Tandan Kosong Kelapo Sawit	46
III.2 Penimbangan NaOH untuk Pembuatan Larutan <i>Pretreatment</i>	46
III.3 Pencampuran Larutan NaOH dan Bahan Baku TKKS	47
III.4 Pretreatment menggunakan Microwave	47
III.5 Analisa Sampel Menggunakan Metode Chesson Datta	48
III.6 Persiapan Sampel untuk Metode Hidrolisis	48
III.7 Hidrolisis Menggunakan Autoclave	49
III.8 Sampel Hasil Hidrolisis Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 0,5% Waktu 50 Menit	49
III.9 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 1,5% Waktu 50 Menit	50
III.10 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 2,5% Waktu 50 Menit	50
III.11 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 0,5% Waktu 60 Menit	51
III.12 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 1,5% Waktu 60 Menit	51
III.13 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 2,5% Waktu 60 Menit	52
III.14 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 0,5% Waktu 70 Menit	52
III.15 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi Asam Sulfat 1,5% Waktu 70 Menit	53
III.16 Sampel Hidrolisis Hasil Analisa Menggunakan Refraktometer Brix Konsentrasi 2,5% Waktu 70 Menit	53
III.17 Fermentasi Selama 5 Hari	54
III.18 Tahap Pemurnian	54

III.19	Hasil Analisa Kadar Etanol Menggunakan Refraktometer Alkohol Waktu Hidrolisis Selama 50 Menit.....	55
III.20	Hasil Analisa Kadar Etanol Menggunakan Refraktometer Alkohol Waktu Hidrolisis Selama 60 Menit.....	55
III.21	Hasil Analisa Kadar Etanol Menggunakan Refraktometer Alkohol Waktu Hidrolisis Selama 70 Menit.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
I. Data Pengamatan	41
II. Perhitungan	43
III. Dokumentasi.....	46